

Analisis Pengujian Kualitas Video Pada Integrasi MOODLE Dengan Video Streaming Pada Jaringan Wired

Candra Ahmadi

Program Studi Sistem Informasi, STMIK STIKOM Bali

Jl.Raya Puputan No 86, Renon

Email: candra@stikom-bali.ac.id

Abstrak

Berbagai macam pendekatan, metode dan solusi teknologi telah diterapkan dan dikembangkan dengan tujuan untuk membangun suatu sistem e-learning (electronic learning) yang canggih, andal dan user-friendly. Learning Management System (LMS) dikembangkan untuk mempermudah pengelolaan e-learning masa kini. yang dapat mengelola, menelusuri, dan melaporkan interaksi antara siswa dan konten yang dipelajarinya dan juga antara siswa dan pengajar atau instruktur. Secara khusus, LMS mampu menangani registrasi siswa, menelusuri kemajuan belajar siswa, menyimpan hasil ujian, memberitahukan kelulusan siswa terhadap materi tertentu dan membantu instruktur untuk mengukur kemampuan siswanya. Melakukan pengukuran terhadap unjuk kerja jaringan dari hasil implementasi sistem dan kemudian dilakukan analisisnya. Pengukuran dilakukan pada jaringan jaringan kabel (wired). Dengan mengukur nilai kualitas layanan video yang dihasilkan, yaitu MSE, PSNR dan MSAD dengan tool bantu MSU Video Quality Measure, melalui sampel video yang sudah te-record. Sehingga dapat diketahui kualitas dari jaringan yang dipergunakan yang selanjutnya akan digunakan sebagai referensi perencanaan electronic learning untuk mendukung kualitas video berdasarkan Quality of Service.

Kata kunci: Electronic Learning, video, Quality of Service.

Abstract

A wide range of approaches, methods and technology solutions have been applied and developed with the aim to establish a system of e-learning (electronic learning) are sophisticated, reliable and user-friendly. Learning Management System (LMS) was developed to facilitate the management of e-learning today. to manage, track, and report on the interaction between the students and the content studied and also between students and teachers or instructors. In particular, the LMS can handle student registration, track students 'progress, save the test results, graduation students to notify certain material and helps instructors to measure students' abilities. To measure the network performance from the implementation of the system and then do the analysis. Measurements carried out on the network cable network (wired). By measuring the value of the quality of the resulting video services, namely MSE, MSAD and PSNR with tool aids MSU Video Quality Measure, through sample videos that have te-record. So that can know the quality of the network which in turn is used as a reference design to support electronic learning video quality based on Quality of Service.

Keywords: Electronic Learning, video, Quality of Service

1. Pendahuluan

Proses pembelajaran didalam kelas dari seorang guru kepada sejumlah siswa telah dikenal sejak lama. Guru dan siswa berada dalam situasi tatap muka melaksanakan proses pembelajaran pada waktu yang sama dan pada ruang yang sama. Proses pembelajaran ini dikatakan sebagai proses pembelajaran tradisional. Guru menyampaikan bahan ajar kepada siswa pada ruang yang sama yaitu didalam kelas dan pada waktu yang sama yaitu pada saat pelajaran berlangsung, sehingga pada proses pembelajaran ini semua peserta berpartisipasi pada waktu yang sama dan dikatakan sebagai proses pembelajaran synchronous. Pengertian pembelajaran atau learning adalah suatu proses yang dilakukan siswa untuk mencapai sasaran belajarnya. Agar siswa dapat mencapai sasaran belajar secara optimal, maka siswa perlu menambah waktu belajar diluar kelas untuk membaca, menulis, diskusi dengan siswa lain, menyelesaikan soal-soal dan lain-lain (Kahiigi, 2008). Sebaliknya, proses pembelajaran dimana peserta

tidak harus berada pada tempat dan waktu yang sama dikatakan sebagai proses asynchronous. Pada proses pembelajaran ini, siswa tidak perlu berada didalam kelas bersama-sama dengan guru. Siswa dapat mengikuti proses pembelajaran yang terpisah secara fisik dengan kelas dan pada waktu kapan saja (Itmazi, 2008).

Teknologi informasi atau yang dikenal dengan Information and Technology (IT) sudah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan masyarakat. Salah satu media teknologi informasi tersebut adalah internet. Dengan semakin berkembangnya internet saat ini maka aplikasi yang dapat berjalan pun semakin berkembang. Salah satu aplikasi yang dapat dikembangkan adalah untuk pengiriman data. Data yang dikirim dapat berupa teks, gambar, suara, bahkan sampai ke video. Pada bidang pendidikan terutamanya di perguruan tinggi, internet dapat digunakan dalam kegiatan belajar dan mengajar yang dikenal dengan konsep e-learning.

Dengan e-learning proses belajar mengajar memungkinkan tersampainya bahan ajar ke siswa dengan menggunakan media Internet, Intranet atau media jaringan komputer lain dan merubah kondisi pembelajaran yang selalu terikat dengan keterbatasan ruang dan waktu. Sesuai dengan perkembangannya akan kebutuhan sistem e-learning yang terintegrasi dan reliable, saat ini banyak aplikasi Learning Management System (LMS) secara komersial maupun opensource yang dikembangkan untuk mendukung sistem pengajaran. LMS merupakan suatu sistem yang mendukung implementasi pembelajaran elektronik (e-learning) dengan menyediakan materi pembelajaran, instruksi-instruksi proses belajar yang dilakukan oleh siswa, materi evaluasi, dan penampilan hasil proses belajar.

Adapun secara umum LMS yang sering digunakan di setiap institusi pendidikan tinggi adalah Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment atau biasa disebut Moodle. Saat ini Moodle sudah digunakan pada lebih dari 150.000 institusi di lebih dari 160 negara di dunia termasuk di Indonesia. Moodle adalah sebuah nama untuk sebuah program aplikasi General Public License yang dapat mengubah sebuah media pembelajaran ke dalam bentuk web. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk masuk ke dalam ruang kelas digital untuk mengakses materi-materi pembelajaran. Dengan menggunakan Moodle, kita dapat membuat materi pembelajaran, kuis, jurnal elektronik dan lain-lain. Salah satu materi yang dapat dikembangkan pada moodle adalah Live Video Streaming. Server Video Streaming yang dibangun akan diintegrasikan dengan server moodle. Sehingga mahasiswa dapat melihat dan mendengar materi yang diajarkan dosen secara langsung yang selama ini menjadi kelemahan dalam pembelajaran elektronik (e-Learning).

2. Metode Penelitian

2.1 Electronic Learning (E-Learning)

E-Learning adalah suatu model pembelajaran yang di dalamnya menggabungkan beberapa unsur antara lain *self-motivation*, komunikasi, efisiensi dan teknologi. Akan tetapi pada sistem ini memiliki sarana interaksi sosial yang terbatas. Keadaan ini tetap mengharuskan siswa untuk berkomunikasi atau bertatap muka secara langsung antara satu dengan yang lainnya maupun dengan pengajar mereka dalam beberapa waktu tertentu untuk dapat memperjelas materi yang ingin disampaikan dan menyelesaikan tugas-tugas mereka. (Goh, 2009).

2.1.1 Komponen E-Learning

Infrastruktur e-Learning dapat berupa personal computer (PC), jaringan komputer, internet dan perlengkapan multimedia. Termasuk didalamnya peralatan teleconference apabila kita memberikan layanan *synchronous learning* melalui *tele-conference*.

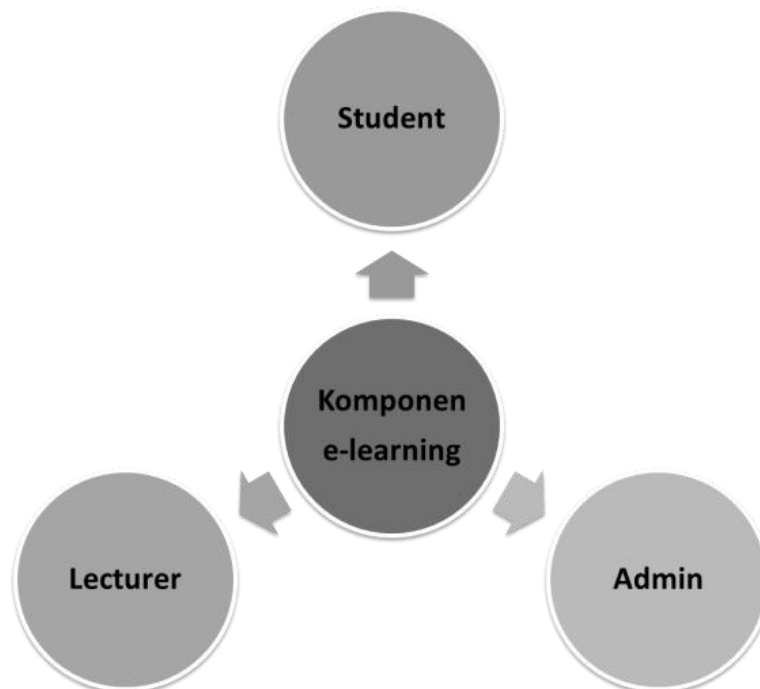
a) Sistem dan Aplikasi e-Learning

Sistem perangkat lunak yang mem-virtualisasi proses belajar mengajar konvensional. Bagaimana manajemen kelas, pembuatan materi atau konten, forum diskusi, sistem penilaian (rapor), sistem ujian online dan segala fitur yang berhubungan dengan manajemen proses belajar mengajar. Sistem perangkat lunak tersebut sering disebut dengan *Learning management system (LMS)*. LMS banyak yang opensource sehingga bisa kita manfaatkan dengan mudah dan murah untuk dibangun.

b) Konten e-Learning

Konten dan bahan ajar yang ada pada e-Learning system (*Learning Management System*). Konten dan bahan ajar ini bisa dalam bentuk *Multimedia-based Content* (konten berbentuk multimedia interaktif) atau *Text-based Content* (konten berbentuk teks seperti pada buku pelajaran biasa). Biasa disimpan dalam *Learning management system (LMS)* sehingga dapat dijalankan oleh

mahasiswa kapanpun dan dimanapun. Ini langkah menarik untuk mempersiapkan perkembangan *e-Learning* dari sisi konten.



Gambar 1 Komponen e-learning

2.2 Learning management system (LMS)

Dewasa ini banyak sekali aplikasi-aplikasi di internet yang digunakan untuk berbagai macam keperluan, di antara salah satunya untuk berbagi pengetahuan sehingga dapat digunakan sebagai sistem pembelajaran secara sederhana. *Learning management system* memiliki fitur yang tidak hanya mengelola konten pembelajaran tetapi dapat juga digunakan untuk manajemen hasil penilaian dan evaluasi dari setiap pembelajaran yang tidak dimiliki oleh kebanyakan aplikasi di internet seperti blog dan lain sebagainya. Hal inilah yang membedakan LMS dengan aplikasi lain di internet.

2.2.1 Pengertian

Pengembangan aplikasi LMS dilakukan oleh beberapa kelompok baik profesional maupun komunitas open source, *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* yang disingkat Moodle. Moodle merupakan aplikasi *Course Management System* (CMS) berbasis *open source* yang saat ini digunakan oleh universitas, lembaga pendidikan, *K-12 School*, bisnis dan instruktur individual yang ingin menggunakan teknologi web untuk pengelolaan pengajarannya.

2.2.2 Fungsi Pada LMS

Fungsi-fungsi yang harus terdapat pada sebuah LMS/CMS antara lain :

- Uploading and Sharing Materials*. Umumnya LMS/CMS menyediakan layanan untuk mempermudah proses publikasi *content*. Dengan menggunakan *editor HTML*, kemudian mengirim dokumen melalui *FTP server*, sehingga dengan mempermudah instruktur untuk menempatkan materi ajarnya sesuai dengan silabus yang mereka buat. Kebanyakan instruktur meng-*upload* silabus perkuliahan, catatan materi, penilaian dan artikel-artikel siswa kapanpun dan dimanapun mereka berada.
- Forums and Chats*, menyediakan layanan komunikasi dua arah antara instruktur dengan pesertanya, baik dilakukan secara sinkron (*chat*) maupun asinkron (*forum, e-mail*). Sehingga dengan fasilitas ini, memungkinkan bagi siswa untuk menulis tanggapannya dan mendiskusikannya dengan teman-temannya yang lain.
- Quizzes and Surveys*, secara *online* dapat digunakan untuk memberikan *grade/kualitas* secara *instant* bagi peserta kursus. Hal ini merupakan *tools* yang sangat baik digunakan untuk

mendapatkan respon (*feedback*) langsung dari siswa yang sesuai dengan kemampuan dan daya serap yang mereka miliki. Proses ini dapat juga dilakukan dengan membangun sebuah latihan soal, yang kemudian semua soal tersebut dapat di *generate* secara acak untuk muncul dalam kuis.

- d. *Gathering and Reviewing Assignment*, pemberian nilai dan *scoring* kepada siswa dapat juga dilakukan secara *online* dengan bantuan LMS/CMS ini.
- e. *Recording Grades*, melakukan perekaman data *grade* siswa secara otomatis, sesuai konfigurasi dan pengaturan yang dilakukan intruktur dari awal perkuliahan dilaksanakan.

2.2.3 Standarisasi LMS

Dengan semakin banyaknya vendor mengembangkan LMS beserta kontennya, timbul suatu kebutuhan untuk menyusun standard sehingga meningkatkan interoperabilitas dan kerjasama antar vendor. Perjalanan pembuatan standard dalam eLearning sebenarnya sudah dimulai sejak era tahun 1988, dan mulai terimplementasikan dengan baik di era tahun 2000 keatas. Beberapa organisasi dan konsorsium yang mengeluarkan standard dalam dunia eLearning adalah:

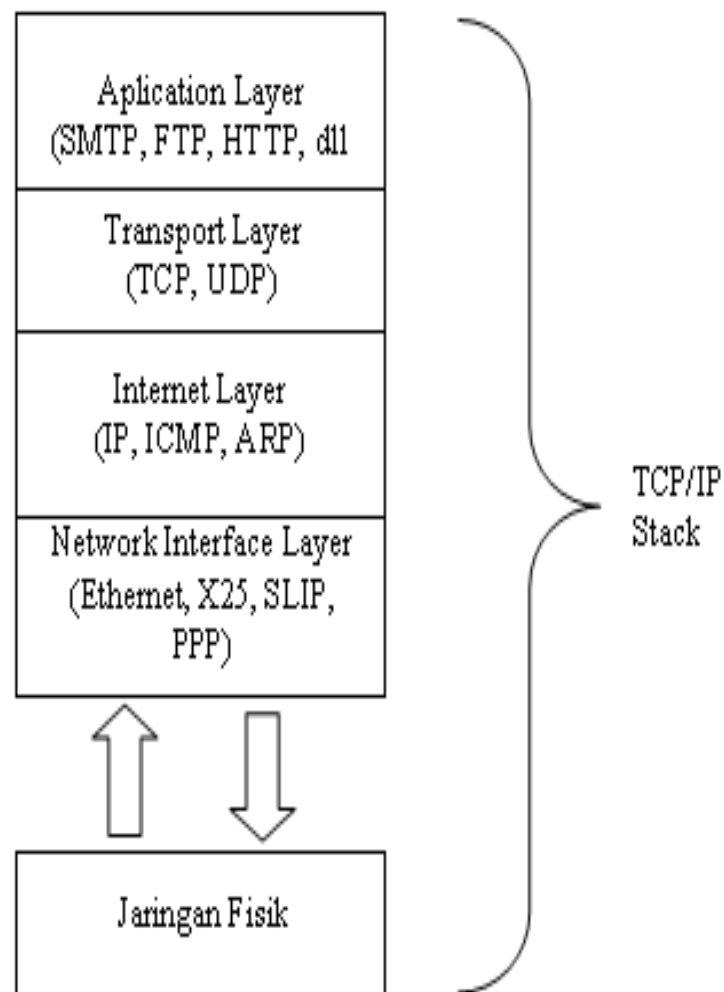
- Advanced Distributed Learning (ADL) (<http://adlnet.org>)
- Aviation Industry CBT Committee (AICC) (<http://aicc.org>)
- IEEE Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC) (<http://ltsc.ieee.org>)
- IMS Global Consortium (IMS) (<http://imsproject.org>)

Salah satu standard yang diterima banyak pihak adalah yang dikeluarkan ADL, yaitu Shareable Content Object Reference Model (SCORM). Spesifikasi SCORM mengkombinasikan elemen-elemen dari spesifikasi standard yang dikeluarkan oleh IEEE, AICC dan IMS. SCORM memungkinkan pengembang dan penyedia konten eLearning lebih konsisten dan mudah dalam implementasi karena sifat SCORM yang reusable. Standard SCORM berkembang dari versi SCORM 1.0, SCORM 1.1, SCORM 1.2, SCORM 2004. Saat ini sudah banyak *Learning management system* (LMS) yang mendukung SCORM, termasuk didalamnya adalah aTutor dan Moodle untuk yang opensource, dan intraLearn untuk produk komersial. Dengan SCORM memungkinkan kita melakukan import dan export konten (bahan ajar) yang sudah kita buat di sebuah LMS ke LMS lain dengan mudah (Goh, 2009).

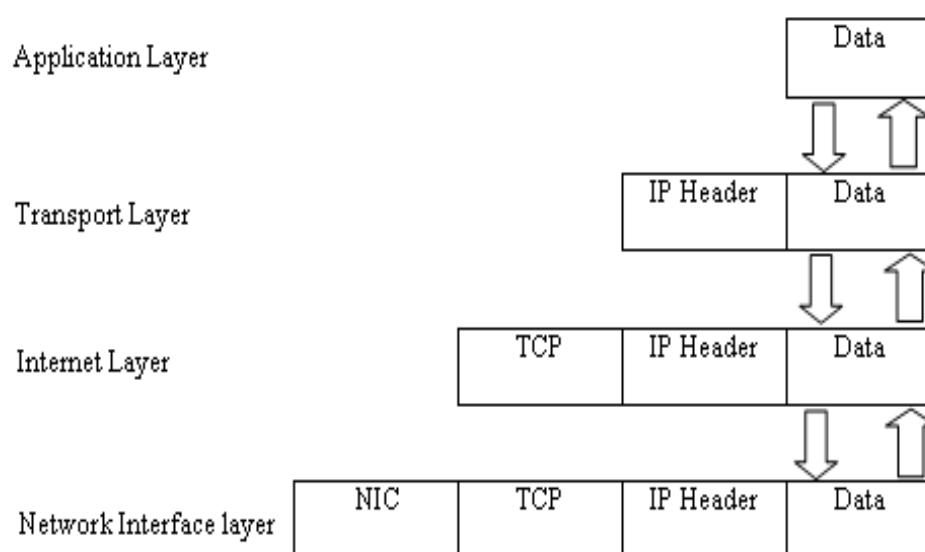
2.3 Konsep Dasar TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) adalah sekumpulan protokol yang mengatur komunikasi data komputer dengan komputer yang lain maupun komputer dengan jaringan Internet. Karena menggunakan bahasa yang sama, yaitu protokol TCP/IP, perbedaan jenis komputer dan sistem operasi tidak menjadi masalah.

1. Protokol TCP/IP dikembangkan menggunakan standart protokol yang terbuka.
2. Standart protokol TCP/IP dalam bentuk *Request For Comment* (RFC) dapat diambil oleh siapapun tanpa biaya.
3. TCP/IP dikembangkan dengan tidak tergantung pada sistem operasi atau perangkat keras tertentu.
4. Pengembangan TCP/IP dilakukan dengan konsensus dan tidak tergantung pada vendor tertentu.
5. TCP/IP independen terhadap perangkat keras jaringan dan dapat dijalankan pada jaringan Ethernet, Token Ring, Jalur telepon dial-up, jaringan X25, dan praktis jenis media transmisi apa pun..
6. Pengalamatan TCP/IP bersifat untuk dalam skala global. Dengan cara ini, komputer dapat saling terhubung walaupun jaringannya seluas internet sekarang ini.



Gambar 2 Model Protokol TCP/IP



Gambar 3 Pergerakan data dalam layer TCP/IP

3. Hasil dan Analisis

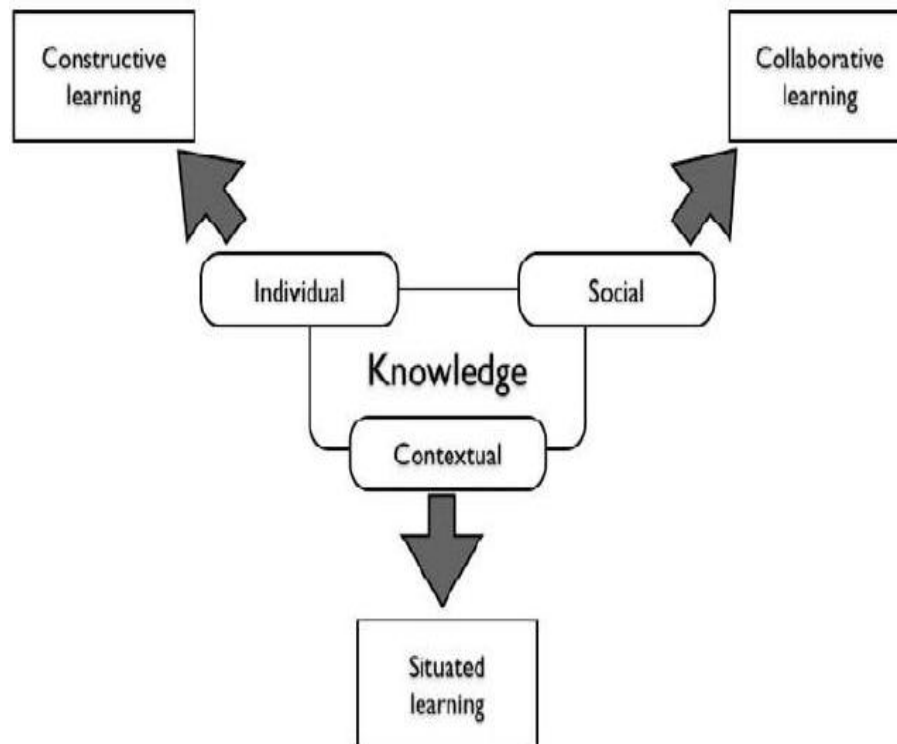
LMS berbasis web saat ini terfokus untuk memenuhi kebutuhan lembaga dalam menyediakan platform dasar pendidikan umum. Sebagian besar universitas di seluruh dunia telah berhasil mengintegrasikan penggunaan LMS, di mana semua layanan informasi akademik, online dan aplikasi pembelajaran dikelola secara terpusat. LMS adalah konsolidasi lingkungan belajar *online* yang sudah diadopsi oleh pelajar, guru dan lembaga pendidikan (Alier 2007).

LMS Moodle adalah sebuah perangkat lunak, dan juga anggota komunitas *open source* yang telah digunakan lebih dari 350.000 anggota. Didirikan pada tahun 1999 oleh Martin Dougiamas, saat ini Moodle tersedia dalam 75 bahasa dan digunakan oleh lebih dari 15 juta siswa di seluruh dunia. Moodle merupakan *course management sistem* (CMS) yang merupakan *software Open Source* yang dirancang dengan menggunakan prinsip pedagogis, yang membantu pendidik untuk menciptakan komunitas pembelajaran yang efektif. Prinsip-prinsip pedagogis ini merupakan dasar dari pembangunan komunitas sosial yang merupakan *platform* khusus Moodle yang cocok untuk menciptakan komunitas pembelajaran (Alier 2007).

E-learning adalah suatu kemajuan penting dalam sistem pendidikan modern. Oleh karena itu, metode dan isi *e-learning* harus dapat membuat perubahan dan menjawab tantangan dalam hal teknis dan sosial. Aspek baru ini muncul dari bagaimana orang mendapatkan informasi, bagaimana mereka akan mendapatkan materi dalam situasi dan tempat belajar yang diinginkan. Komunitas pembelajaran merupakan pendekatan baru dan terfokus pada aspek interaksi antar orang. Platform *e-learning modern* harus mencerminkan tantangan baru ini seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Oleh karena itu perlu ditambahkan aspek interaksi antar pengajar dengan siswa, hal ini dapat dipenuhi dengan penambahan fitur broadcast video pada moodle.

Adapun spesifikasi komputer dan software yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai aplikasi Broadcaster dan server streaming video :
 - a. Prosesor AMD Athlon 64 3500+ (2,2 GHz)
 - b. Memori DDR 1 GB.
 - c. Harddisk Seagate Digital 80 GB.
 - d. Sistem Operasi Linux Ubuntu 9.10 Karmic Koala.
 - e. LAN Card Realtek RTL8102E/RTL8103E
 - f. Software : MPEG4IP dan DSS
2. Sebagai aplikasi server Moodle :
 - a. Processor Pentium 4, 3.2 GHz.
 - b. Memory 256 MB.
 - c. Hard Disk 40 GB.
 - d. Ethernet Card Marvel Yukon 88E 8056 Realtek RTL 8139.
 - e. Sistem Operasi Fedora 12.
 - f. Software : CACTI.



Gambar 4. Aspek dalam *e-learning* (Ryu. H, 2009)

Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perencanaan dan desain sistem dan perangkat, implementasi sistem, pengukuran dan penarikan kesimpulan.

1. Perencanaan sistem dan desain perangkat

Pada bagian ini akan dilakukan perencanaan sistem terintegrasi aplikasi *Learning Management System* berupa Moodle dan *video streaming*.

2. Implementasi sistem

Pada bagian ini, sistem yang telah dibangun sesuai dengan konfigurasi akan diuji coba. Uji coba *LMS* akan dilakukan dengan cara user melakukan akses pada *video streaming* dengan melakukan variasi lama streaming dan jumlah *user*.

3. Pengukuran

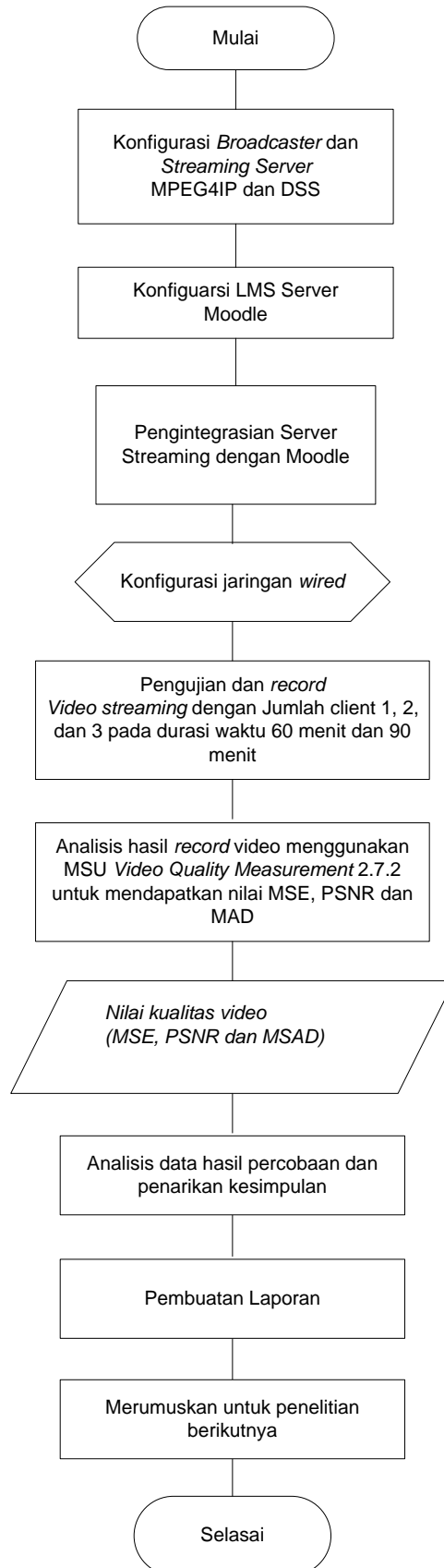
Pada bagian ini akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan wireshark untuk parameter teknis pada sistem *electronic learning* yang telah dibangun dengan menggunakan beberapa variasi *user* dan durasi yang telah ditentukan.

4. Analisis

Melakukan pengukuran terhadap unjuk kerja jaringan dari hasil implementasi sistem dan kemudian dilakukan analisisnya. Pengukuran dilakukan pada jaringan jaringan kabel (*wired*). Dengan mengukur nilai kualitas layanan video yang dihasilkan, yaitu MSE, PSNR dan MSAD dengan *tool* bantu MSU *Video Quality Measure*, melalui sampel video yang sudah *te-record*.

Serta akan dilakukan sebuah penarikan kesimpulan dari hasil analisis data dan akan dijadikan referensi untuk melakukan penelitian berikutnya.

Berikut ini merupakan alur analisis yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.



Gambar 5 Diagram alur analisis

Pengujian PSNR, MSE, dan MSAD Pada Sistem

a PSNR

PSNR ukuran nilai kualitas gambar maupun video. Semakin besar nilai PSNR semakin baik pula kualitas dari video tersebut, satuan untuk nilai PSNR adalah decibel (dB). Pada pengujian kualitas video ini menggunakan software bantu berupa MSU *Video Quality Measure Tool* software bantu ini bekerja dengan membandingkan sebuah video proses *streaming* pada *client* dengan video referensi pada *server*. Hasil pengamatan didapatkan rata-rata PSNR seperti terlihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Nilai PSNR Rata-rata pada Jaringan LAN (dB)

Bandwidth	512 kbps		1 Mbps		2 Mbps	
User \ Durasi	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit
1 User	22,35	23,02	23,15	24,23	25,35	24,07
2 User	18,37	16,48	19,38	17,51	20,97	18,41
3 User	13,40	12,85	14,36	13,69	16,30	15,87

Pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu *streaming*, Semakin bear badwidth dan semakin banyak jumlah *user*, maka nilai PSNR akan semakin kecil. Karena semakin banyak karakter yang ditransmisikan pada video akan berpengaruh pada nilai PSNR, nilai PSNR semakin menurun ketika karakter yang dimasukan semakin banyak. Karena PSNR merupakan nilai perbandingan antara nilai maksimum citra hasil rekonstruksi dengan nilai rata-rata kuadrat error (MSE). Nilai PSNR yang baik adalah yang tak hingga. ($PSNR \approx \infty$).

b MSE

Pada pengujian kualitas video ini menggunakan software bantu berupa MSU *Video Quality Measure Tool*. Pada didapatkan nilai MSE (Mean Square Error) seperti pada tabel 2 berikut :

Tabel 2 Nilai Rata-rata MSE pada Jaringan LAN (dB)

Bandwidth	512 kbps		1 Mbps		2 Mbps	
User \ Durasi	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit
1 User	190,12	402,34	181,44	395,34	179,45	385,32
2 User	452,51	594,45	434,53	587,23	426,53	574,23
3 User	1024,23	1107,23	1010,46	1095,64	1000,46	1084,54

Berdasarkan Tabel 2 diatas kita dapat melihat bahwa nilai MSE semakin besar bila jumlah *user* dan durasi *streaming* bertambah, serta berkurangnya bandwidth. Nilai MSE berbanding terbalik dengan nilai PSNR sehingga nilai MSE yang baik adalah mendekati nol ($MSE \approx 0$).

c MSAD

Pada pengujian perbedaan absolut rata-rata dari komponen warna dalam blok *frame* kualitas video (MSAD) ini menggunakan software bantu berupa MSU *Video Quality Measure Tool* software bantu ini bekerja dengan membandingkan sebuah video dengan video referensinya. Pada pengujian ini didapatkan nilai dari MSAD seperti tabel 3 berikut :

Tabel 3 Nilai Rata-rata MSAD pada Jaringan LAN (dB)

Bandwidth	512 kbps		1 Mbps		2 Mbps	
User \ Durasi	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit	60 menit	90 menit
1 User	6,23	7,36	5,78	6,13	3,67	5,39
2 User	8,12	10,34	7,86	8,73	5,77	7,16
3 User	9,61	11,45	8,87	9,53	7,73	10,32

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan semakin besar jumlah *user* dan semakin lama waktu *streaming* maka nilai MSAD akan semakin besar, sehingga kualitas video yang dihasilkan dalam *session video streaming* juga akan semakin menurun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. semakin lama waktu streaming, Semakin besar bandwidth dan semakin banyak jumlah user, maka nilai PSNR akan semakin kecil. Karena semakin banyak karakter yang ditransmisikan pada video akan berpengaruh pada nilai PSNR, nilai PSNR semakin menurun ketika karakter yang dimasukan semakin banyak.
2. bahwa nilai MSE semakin besar bila jumlah user dan durasi streaming bertambah, serta berkurangnya bandwidth. Nilai MSE berbanding terbalik dengan nilai PSNR sehingga nilai MSE yang baik adalah mendekati nol ($MSE \approx 0$)
3. semakin besar jumlah user dan semakin lama waktu streaming maka nilai MSAD akan semakin besar, sehingga kualitas video yang dihasilkan dalam session video streaming juga akan semakin menurun.

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Pada pengujian perlu ditambahkan jumlah *client* serta melakukan pengujian pada jaringan terbuka.
2. Melakukan pengujian dengan menggunakan *hardware* yang lebih yang bagus.
3. Memberikan variasi pada *bandwidth* yang kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Ahmadi Candra, Sirojuddin Ahmad, Rahardjo D Suprajitno, Affandi Achmad. 2010. Mobile Learning Synchronization Based Moodle and MLE for Interactive Learning Using QR Code Application. Surabaya: 11 th Seminar on Intelligent Technology and its Application October 9 2010
- [2] Alier M F. José M. Casado P (2007), A Mobile Extension of A Web Based Moodle Virtual Classroom. Proceedings of the e-challenges'07.
- [3] Englander, I. (2010), "A Novel and Efficient Introduction to Clustering using a Classroom Laptop-based Computer Cluster", Infomation Systems Educator Conference (ISECON), Nashville, Februari, 2010.
- [4] Goh, (2009) Multiplatform E-Learning Systems and Technologies: Mobile Devices for Ubiquitous ICT-Based Education. New York: Information science reference
- [5] Gozali F., Alex.(2002). "Virtual Server". Jurnal Teknik Elektro Universitas Trisakti, Jakarta, Agustus.
- [6] Iskandar, M., (2008). "Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education", Springer Science+Business Media, New York.
- [7] Kahiigi, E.K., Ekenberg, L., Hansson, H., Tusubira, F.F. dan Danielson, M., (2008), "Exploring the e-Learning State of Art", The Electronic Journal of e-Learning, Vol. 6, Issue 2.
- [8] Rahardjo, D.S., Ari, P., Sirojuddin, A., Tri, E.W., Affandi, A.(2011). "Desain Cluster Server Learning Management System (LMS) Berbasis Linux Virtual Server (LVS) dengan Algoritma Penjadwalan Round Robin", Proceedings of Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA) 2011, Surabaya, Mei 2011.
- [9] Remes, R. (2005), "Learning Management System", Proceedings of the 14th Annual Conference of Doctoral Students - WDS'05, Charles University, Prague, Part I.
- [10] Stallings, W. (2004), "Computer Networking with Internet Protocols and Technology", Prentice Hall, New Jersey.
- [11] Taryana, A., Siswanto, H., "Penerapan E-Learning OLAT Dengan Webserver Ter-cluster Untuk Peningkatan Kapasitas Akses E-Learning", Proceedings Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2010, Yogyakarta, Juni 2010.
- [12] LVS Documentation, (2011). <URL: <http://www.linuxvirtualserver.org/Documents.html>>, Maret.
- [13] Zhang, W. (2009), "Linux Virtual Server for Scalable Network Services", National Laboratory for Parallel & Distributing Processing, Hunan